

Hierin bedeutet:

- s die Wanddicke in mm,
- p den größten Betriebsüberdruck in at,
- d den Durchmesser des größten Kreises in mm, der nach Maßgabe der Fig. 408 und 409 auf der ebenen Platte, durch die Befestigungsstellen gehend; beschrieben werden kann.

Werden keine Angaben über das Maß des Krepungshalbmessers der Stirnplatten gemacht, so ist dieses zu 50 mm anzunehmen.

7. Vorstehende Ausführungen gelten nur für flußeiserne Wandungen.

Durch Stehbolzen oder Anker unterstützte Kupferplatten erhalten die folgenden Wanddicken, und zwar bei regelmäßig verteilten Verankerungen:

$$s = 5,83 c \sqrt{\frac{p}{K} (a^2 + b^2)}, \quad (100)$$

bei unregelmäßig verteilten Verankerungen (wie in Fig. 406):

$$s = 5,83 c \frac{1}{2} (d_1 + d_2) \sqrt{\frac{p}{K}}. \quad (101)$$

Die Werte von K (Zugfestigkeit des Kupfers) sind nach S. 264, von c je nach der Art der Verankerung aus Ziffer 1 oder 2 dieses Abschnittes zu entnehmen.

Beispiel 28. Für einen Lokomotivkessel (Fig. 120) von 14 at Überdruck ist die Wandstärke der kupfernen Feuerbüchse zu berechnen. Die Entfernung der Stehbolzen sei $a = b = 110$ mm. Da die Temperatur des Sattedampfes 197°C beträgt, so darf

$$K_z = 22 - \frac{197 - 120}{20} \approx 18 \text{ kg/qmm}$$

eingesetzt werden; c ist = 0,017, also

$$s = 5,83 \cdot 0,017 \sqrt{\frac{14}{18} \cdot (110^2 + 110^2)} = 13,7 \text{ mm,}$$

ausgeführt etwa $s = 17$ mm.

B. Gekreimte ebene Böden.

Bezeichnet

- s die Blechdicke in mm,
- p den größten Betriebsüberdruck in at,
- r den Wölbungshalbmesser der Kreme in mm,
- d den inneren Durchmesser des Bodens in mm,

dann ist

$$s = \frac{1}{98} \left[d - r \left(1 + \frac{2r}{d} \right) \right] \sqrt{p} \quad (102)$$

oder

$$p = 9600 \left[\frac{s}{d - r \left(1 + \frac{2r}{d} \right)} \right]^2. \quad (103)$$

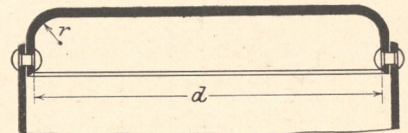


Fig. 410.

Für Schiffskessel gilt:

$$s = \sqrt{\frac{3}{800} \frac{p}{K} \left[d - r \left(1 + \frac{2r}{d} \right) \right]} \quad (104)$$

oder

$$p = \frac{800}{3} K \left[\frac{s}{d - r \left(1 + \frac{2r}{d} \right)} \right]^2, \quad (105)$$

worin K die Zugfestigkeit des Materials in kg/qmm bedeutet. Beispiel 29. Für einen ebenen Boden von $d = 600$ mm Durchmesser und $r = 50$ mm Wölbungshalbmesser bei $p = 10$ at Überdruck erhält man nach Gl. (102)

$$s = 17,5 \text{ mm;}$$

nach Gl. (104) erhält man für $K = 36$ kg/qmm ebenfalls

$$s = 17,5 \text{ mm,}$$

für $K = 42$ kg/qmm

$$s = 15,8 \text{ mm.}$$

Ebene Böden von beträchtlich größeren Durchmessern müßten zu große Wandstärken erhalten; deshalb führt man solche nur mit Versteifungen aus. Die Wandstärken sind alsdann nach den Regeln für ebene Platten zu ermitteln.

Abmessungen und Gewichte von ebenen Böden finden sich in Zahlentafel Nr. 84, S. 288.

C. Rohrplatten von Heizrohrkesseln.

1. Die außerhalb des Rohrbündels liegenden Teile der Rohrplatte müssen nach den für ebene Wandungen geltenden Bestimmungen [Gl. (94), (95), (98), (99), (100), (101)] verankert werden, falls die Größe der dem Dampfdruck ausgesetzten Fläche die Verankerung fordert.

2. Die innerhalb des Rohrbündels liegenden Teile der Rohrplatte sind wie folgt zu bemessen:

a) bei Verwendung besonderer Anker oder mit Gewinde eingesetzter Ankerrohre¹⁾ sind die Gl. (94), (95), (100) oder (101) anzuwenden. Die Rohre können in diesem

¹⁾ Rohre, auch solche mit stärkerer Wandung, die in im Rohrboden eingefräste Rillen eingewalzt sind, gelten nach den neuen Bauvorschriften von 1908 nicht mehr als Ankerrohre. Ankerrohre sind demnach stets mit Gewinde einzusetzen.

Falle einfach aufgewalzt sein, jedoch darf die Wandstärke der sicheren Befestigung der Rohre halber, bei Flußeisenplatten

nicht unter $s = 5 + \frac{d}{8}$ für $d = 38$ bis etwa rund 100 mm, bei Kupferplatten

nicht unter $s = 10 + \frac{d}{5}$ für $d = 38$ bis etwa rund 75 mm

gewählt werden, worin d den äußeren Rohrdurchmesser an der Befestigungsstelle in mm bedeutet; ferner muß der Mindestquerschnitt des Steges zwischen zwei Rohrlöchern betragen, bei Flußeisenplatten

180 qmm für $d = 38$ mm,

zunehmend auf etwa das 2,5fache für $d =$ rund 100 mm,

bei Kupferplatten

340 qmm für $d = 38$ mm,

zunehmend auf etwa das 2,5fache für $d =$ rund 75 mm.

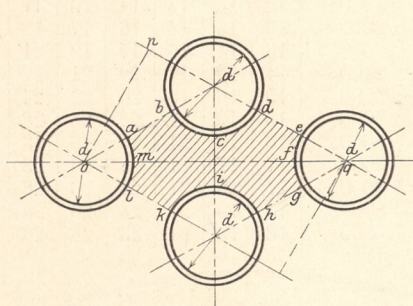


Fig. 411.

b) Bei nicht besonders verankerten Rohrwänden, deren Rohre jedoch beiderseits umgebörtelt oder in kegelförmig sich nach außen erweiternden Löchern eingewalzt sind, ist Sicherheit gegen Herausziehen der Rohrenden zu erwarten, wenn die auf 1 cm Rohrumfang entfallende Belastung

$$\sigma = \frac{p \cdot \text{Fläche } abcdefghijklm}{\pi \cdot d} \quad (106)$$

den Betrag von 25 kg nicht überschreitet, sachgemäße Ausführung vorausgesetzt.

Bei nicht besonders verankerten Rohrwänden, deren Rohre in zylindrischen Löchern glatt eingewalzt sind, ist bei einer Beanspruchung bis zu 7 at Betriebsüberdruck gleichfalls der Betrag $\sigma = 25$ als zulässig zu erachten. Bei höheren Dampfspannungen darf jedoch σ den Betrag von 15 kg nicht überschreiten.

Wenn σ diese Beträge nicht überschreitet, bedarf es einer Berechnung des durch den Dampfdruck beanspruchten kleinen Feldes $abcdefghijklm$ nicht, sofern die in Ziffer a mit Rücksicht auf sichere Befestigung der Rohre geforderten Mindeststärken vorhanden sind.

In zweifelhaften Fällen kann dahingehende Prüfung durch die Gleichung

$$p = 360 \left(1 - 0,7 \frac{d}{e} \right) \left(\frac{s}{e} \right)^2 k_b \quad (107)$$

stattfinden. Hierin bedeuten

s die Plattendicke in mm,

p den größten Betriebsüberdruck in at,

d den äußeren Rohrdurchmesser an der Befestigungsstelle in mm,

e die Seite des quadratischen Feldes in mm, welches durch die vier unterstützenden Rohre gebildet wird, oder das arithmetische Mittel aus den Seiten

des Rechtecks, welches durch die vier Rohre bestimmt erscheint (in Fig. 411 $e = \frac{op + pq}{2}$),

k_b die eintretende Biegungsanstrengung des Plattenmaterials in kg/qmm, die bis zur Höhe $= \frac{\text{Zugfestigkeit}}{4,5}$ zulässig erscheint.

Wird die Beanspruchung nach Gl. (107) zu groß, oder überschreitet σ die vorgeschriebenen Werte, so sind Anker oder Ankerrohre anzuordnen.

Insbesondere sind Randrohre darauf zu prüfen, ob ihre Belastung innerhalb der als zulässig bezeichneten Grenzen bleibt; im verneinenden Falle ist ein Teil von ihnen nach Gl. (94) als Ankerrohre auszubilden oder sonstige Verankerungen anzuordnen.

2. Ist bei Feuerbüchsen die Decke nicht durch Anker oder in anderer Weise mit dem Kesselmantel verbunden, sondern durch Bügel- oder Deckenträger, welche auf den Rändern der Rohrplatten stehen, unterstützt, dann darf die Dicke der Rohrwand nicht geringer sein als

$$s = \frac{p \cdot w \cdot b}{1900 \cdot (b - d)}, \quad (108)$$

worin

w die Weite der Feuerbüchse in mm (s. Fig. 437),

b die Entfernung der Rohre voneinander, von Mitte zu Mitte gemessen, in mm,

d den inneren Durchmesser der Rohre in mm bedeuten.

Beispiel 30.

Für den Oberkessel nach Fig. 48 ist die Stärke der Rohrwand für $p = 13$ at Überdruck zu berechnen. Die Verteilung der 126 Rohre von 95 mm äußerem Durchmesser, von denen 18 Ankerrohre sind, zeigt nebenstehende Fig. 412. Da der Boden in seinem oberen und unteren Teil gewölbt, im oberen auch noch durch Anker versteift ist, kommen die Flächen f_a und f_b zwischen den Ankerrohren in Betracht (Fig. 412), welche nach Gl. (94) bzw. (95) mit $c = 0,014$ zu berechnen sind.

Für Fläche f_a ist $d_1 = d_2 = 520$ mm, also

$$s = 0,014 \cdot \frac{1}{2} (520 + 520) \sqrt{13} = 26,3 \text{ mm.}$$

Für Fläche f_b ergibt dagegen sich mit $a = 390$ und $b = 420$ mm,

$$s = 0,014 \sqrt{13} (390^2 + 420^2) = 28,9 \text{ mm.}$$

Der Stegquerschnitt ist gleich $(130 - 98) \cdot 28 = 896$ qmm, während nur erforderlich wären $180 \cdot 2,5 = 450$ qmm.

Beispiel 31. Ein Lokomotivkessel für $p = 14$ at Überdruck hat Siederöhren von 50/55 mm Durchmesser, welche in der kupfernen Feuerbüchsenrohrwand auf 52 mm eingezogen und in der flußeisernen Rauchkammerrohrwand auf 58 mm aufgeweitet sind. Die Rohre sind in beiden Wänden eingewalzt, ihre Enden umgebörtelt. Die Rohrverteilung zeigt Fig. 413. Die Stärke beider Wände beträgt 28 mm.

Es ist nun für die kupferne Rohrwand entsprechend dem Rohrdurchmesser von 52 mm ein Mindestquerschnitt des Steges von $1,57 \cdot 340 = 533$ qmm erforderlich.

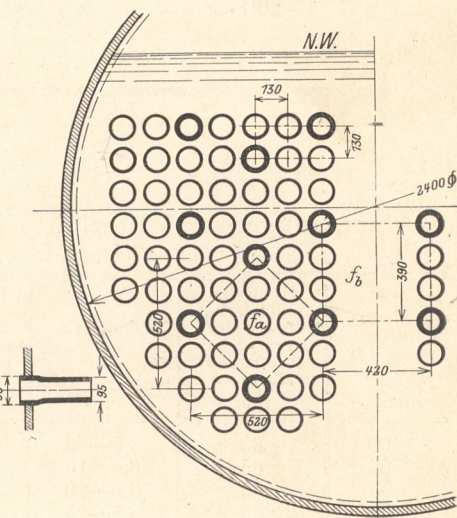


Fig. 412.

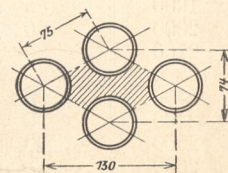


Fig. 413.

Vorhanden ist ein Querschnitt

$$(75 - 52) \cdot 28 = 645 \text{ qmm.}$$

Die Größe der schraffierten Fläche ist

$$\frac{3,4 \cdot 13}{2} - \frac{\pi \cdot 5,2^2}{4} = 26,86 \text{ qcm,}$$

demnach ist

$$\sigma = \frac{14 \cdot 26,86}{\pi \cdot 5,2} = 23 \text{ kg.}$$

Für die flußeiserne Wand beträgt der Stegquerschnitt 472 qmm, während $1,5 \cdot 180 = 270$ qmm erforderlich sind; und es ist

$$\sigma = 17 \text{ kg.}$$

6. Gewölbte Böden.

A. Gewölbte Böden mit innerem Druck.

a) Volle Böden.

Die Blechstärke wird berechnet wie diejenige einer Kugel, welche denselben Wölbungshalbmesser wie der Boden hat.

1. Bezeichnet

s die Blechdicke in mm,

p den größten Betriebsüberdruck in at,

R den inneren Halbmesser in der Mitte der Wölbung in mm,

k die zulässige Belastung in kg/qmm,

so ist
$$s = \frac{p \cdot R}{200 \cdot k} \quad \text{oder} \quad p = \frac{200 \cdot s \cdot k}{R} \quad (109)$$

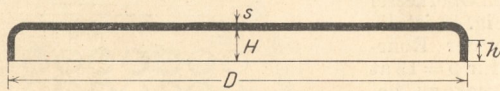


Fig. 414.

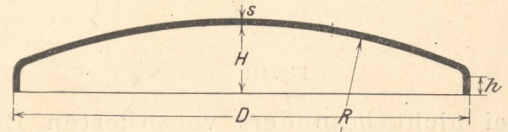


Fig. 415.

Zahlentafel Nr. 84.

Abmessungen und Gewichte flacher und gewölbter Böden mit umgezogenen Rändern, mit Maschinen hergestellt, nach Schulz-Knaudtschen Normalien.

Äußerer Durchmesser D mm	Höhe des zylindrischen Teiles der Kreppe bei 9 mm und stärker h mm	Wandstärke s mm	Flache Böden			Gewölbte Böden			
			Ganze innere Höhe bei 9 mm und stärker H mm	Gewicht der Böden in kg bei der Wandstärke s		Wölbungshalbmesser R mm	Ganze innere Höhe bei 9 mm und stärker H mm	Gewicht der Böden in kg bei der Wandstärke s	
				10 mm	20 mm			10 mm	20 mm
400	65	6,5—13	90	21	—	550	120	20	—
500	65	6,5—16	95	29	—	650	135	30	—
600	65	6,5—20	105	39	78	750	160	40	81
700	65	6,5—25	105	49	99	850	175	51	102
800	70	6,5—25	110	62	124	950	185	65	130
900	70	6,5—25	110	75	150	1100	205	82	164
1000	70	6,5—25	110	90	180	1300	200	94	187
1100	70	6,5—25	115	106	213	1400	215	111	222
1200	75	6,5—25	115	123	246	1500	230	130	257
1300	75	6,5—25	115	142	284	1600	230	150	298
1400	75	6,5—25	120	160	320	1700	235	170	340
1500	80	6,5—25	125	185	370	1800	270	193	385
1600	80	6,5—25	125	208	415	2000	270	215	430
1700	80	10—25	125	230	460	2200	275	240	480
1800	80	10—25	130	256	512	2400	275	267	532
1900	85	10—26	130	284	567	2600	290	295	595
2000	90	13—26	130	—	625	2800	300	—	650
2100	90	13—26	130	—	683	3300	300	—	710
2200	90	13—26	130	—	743	3300	300	—	770
2300	90	13—26	130	—	805	3300	315	—	835
2400	90	13—26	130	—	870	3300	330	—	905
2500	90	13—26	130	—	940	3300	350	—	975
2600	90	16—26	130	—	1010	3300	370	—	1050
2700	90	16—26	130	—	1080	3500	380	—	1120
2800	90	16—26	130	—	1155	3500	400	—	1215
2900	90	16—26	130	—	1235	3500	420	—	1300
3000	90	16—26	130	—	1310	3500	445	—	1390

Bei 5, 6, 7 und 8 mm ist die Kreppe h 25 mm niedriger, somit auch die Tiefe H 25 mm geringer. Abweichungen der Durchmesser bis zu 5/100 und in der Höhe H bis zu 20 mm sind gestattet. Die angegebenen Gewichte sind nur annähernd richtig. Die nicht angegebenen Gewichte für die übrigen Wandstärken können durch Interpolieren leicht annähernd ermittelt werden.

2. Unter der Voraussetzung, daß der Krepungshalbmesser ausreichend groß gewählt wird, damit ein allmählicher Übergang von dem zylindrischen Teile am Umfange des Bodens in den gewölbten mittleren Teil stattfindet, darf k gewählt werden

bis zu 5 kg/qmm für Schweißisen,

„ „ 6,5 „ „ Flußeisen,

„ „ 4 „ „ Kupfer,

sofern die Dampftemperatur 200° C nicht überschreitet.

Zahlentafel Nr. 83.

Wandstärken gewölbter voller Böden, berechnet nach Gl. (109).

Äußerer Durchmesser D mm	Halbmesser der inneren Wölbung R mm	Bodenwandstärken s bei p at Überdruck									
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1100	1400	10	11	11	12	12	13	14	16	17	
1200	1500	11	11	12	12	13	14	15	17	18	
1300	1600	11	12	12	13	14	15	16	18	19	
1400	1700	12	12	13	13	15	16	17	19	20	
1500	1800	12	13	13	14	16	17	18	20	21	
1600	2000	13	13	14	16	17	19	20	22	23	
1700	2200	13	14	16	17	19	21	22	24	26	
1800	2400	14	15	17	19	21	22	24	26	28	
1900	2500	15	16	18	20	22	24	25	27	29	
2000	3000	16	19	21	23	26	28	30	33	35	
2100	3000	16	19	21	23	26	28	30	33	35	
2200	3000	17	19	21	23	26	28	30	33	35	
2300	3000	17	19	21	23	26	28	30	33	35	
2400	3000	18	19	21	23	26	28	30	33	35	
2500	3000	18	19	21	23	26	28	30	33	35	